

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-004929

(43)Date of publication of application : 09.01.2002

1)Int.Cl.

F02D 43/00

F02D 13/02

F02D 41/06

F02N 11/08

F02P 5/15

F02P 9/00

21)Application number : 2000-181739

(71)Applicant : MITSUBISHI MOTORS CORP

22)Date of filing : 16.06.2000

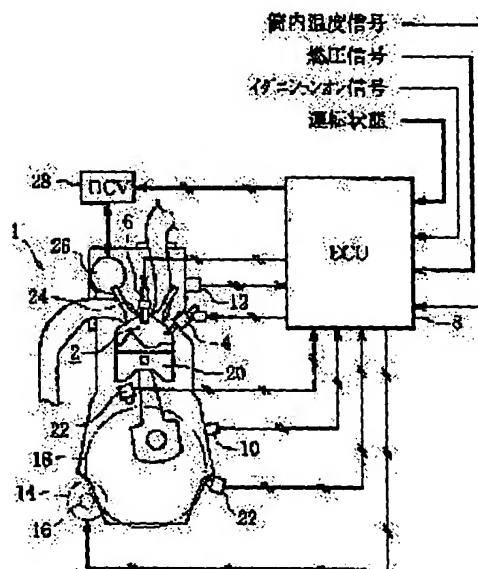
(72)Inventor : INUI TOSHIO
UEDA KATSUNORI

54) DEVICE FOR STARTING CYLINDER INJECTION TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE

57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To start a cylinder injection type internal combustion engine without usual cranking and prevent the occurrence of misfire.

SOLUTION: This starting device detects a cylinder in the process of an expansion stroke in accordance with signals from a crank angle sensor 10 and a cam angle sensor 12 when the operation of the engine 1 is stopped and then injects a fuel from a fuel injection valve 4 to the expansion cylinder when the engine 1 is started. Then, sparking is performed after sufficient vaporization of the fuel followed by the passage of a preset delay time, ensuring ignition (explosion). After ignition, a crank shaft is rotated only by combustion pressure. Thus, the start of the engine 1 is completed without cranking with a starter 14.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision]

NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any errors or omissions caused by the use of this translation.

This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

**** shows the word which can not be translated.

In the drawings, any words are not translated.

LAIMS

Claim(s)

[Claim 1] The cylinder-injection-of-fuel type internal combustion engine which can inject direct fuel to the combustion chamber characterized by providing the following. A cylinder detection means to detect the cylinder which is in an expansion stroke after operation of the aforementioned internal combustion engine has stopped. Injection control means which inject fuel in the cylinder which is in the aforementioned expansion stroke according to the predetermined starting signal over the aforementioned internal combustion engine. An ignition control means to light the cylinder which is in the aforementioned expansion stroke when a predetermined time delay passes after injection of the fuel by the aforementioned injection control means.

[Claim 2] Starting system of the cylinder-injection-of-fuel type internal combustion engine according to claim 1 characterized by providing further the adjustable valve timing mechanism which makes adjustable the valve-opening stage of the exhaust valve of the aforementioned internal combustion engine, and the valve-opening control means which control the operation of the aforementioned adjustable valve timing mechanism to delay the valve-opening stage of the aforementioned exhaust valve about the cylinder which is in the aforementioned expansion stroke at least.

[Translation done.]

pan Patent Office is not responsible for any
mages caused by the use of this translation.

This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

**** shows the word which can not be translated.

In the drawings, any words are not translated.

ETAILED DESCRIPTION

Detailed Description of the Invention]

0001]

The technical field to which invention belongs] this invention relates to the starting system suitable for starting a
ylinder-injection-of-fuel type internal combustion engine.

0002]

Description of the Prior Art] As technology about starting of this kind of cylinder-injection-of-fuel type internal
ombustion engine, the start method of the internal combustion engine indicated by JP,11-159374,A, for example is
mentioned. This well-known start method enables starting without a starter by injecting fuel to the combustion
chamber which has taken expansion (work) distance on the occasion of starting of an internal combustion engine, and
making it light it.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, by the well-known start method mentioned above, since the time
to the ignition after fuel injection is not specified at all, it is possible that ignition will be performed in the state where
the injected fuel does not evaporate. In this case, there is a possibility that a flame failure may arise and starting of an
internal combustion engine may go wrong. So, it is difficult to guarantee starting of an internal combustion engine
certainly by the well-known start method.

[0004] Then, this invention offers the starting system of the cylinder-injection-of-fuel type internal combustion engine
which prevents a flame failure and enables positive starting.

[0005]

[Means for Solving the Problem] Starting system (claim 1) of the cylinder-injection-of-fuel type internal combustion
engine of this invention should be lit, after detecting the cylinder in an expansion stroke after operation of an internal
combustion engine has stopped, and injecting fuel in the cylinder in an expansion stroke according to a predetermined
starting signal and the predetermined time delay passed, and it shall have started the internal combustion engine.

[0006] Since according to the starting system of this invention evaporation of fuel will be promoted by the combustion
chamber by the time a time delay passes after injection, ignition becomes certainly possible by subsequent ignition. In
addition, a setup of a time delay can carry out adjustable according to the state of the detected internal combustion
engine, for example, a piston position, the temperature in a cylinder, fuel pressure, etc. The starting system of the
cylinder-injection-of-fuel type internal combustion engine of this invention can be further equipped with the adjustable
valve timing mechanism about an exhaust valve, and its valve-opening control means (claim 2), and valve-opening
control means control an adjustable valve timing mechanism to delay the valve-opening stage of an exhaust valve
about the cylinder which is in an expansion stroke at least. It is suppressing valve opening of an exhaust valve until the
piston of the cylinder in an expansion stroke reaches a bottom dead point by this, and it becomes possible to promote
efficient expansion work of combustion gas.

[0007]

[Embodiments of the Invention] The starting system of the cylinder-injection-of-fuel type internal combustion engine
of this invention can take the operation gestalt as starting system of the internal combustion engine carried in vehicles.
However, it is not the intention which limits the use of the internal combustion engine which can apply this invention
to vehicles. If drawing 1 is referred to, the engine 1 which is a cylinder-injection-of-fuel type internal combustion
engine is equipped with the fuel injection valve 4 which can inject direct fuel in the cylinder 2, i.e., a combustion
chamber. Moreover, it has the layout of the in-series 4-cylinder type which sees an engine 1 with a crank angle and
explodes at equal intervals for every 180-degreeCA, and the fuel injection valve 4 and the ignition plug 6 are formed
for each cylinder [every] of the.

[0008] Electronics control of the stage of the fuel injection and ignition to each cylinder is carried out by the electronic

control unit (ECU) 8, and, specifically, the fuel injection valve 4 and ignition plug 6 which were mentioned above operate based on the injection pulse signal or ignition signal outputted from ECU8. The crank angle sensor 10 and the cam angle sensor 12 are attached in the engine 1, and since ECU8 judges injection and ignition timing proper, it can perform data processing using the crank angle signal inputted from the crank angle sensor 10. Moreover, ECU8 distinguishes the cylinder in a compression stroke, and controls fuel injection and ignition timing by operation mode which can distinguish the cylinder which is in a specific distance using the cam angle signal inputted from the cam angle sensor 12 in addition to a crank angle signal, for example, injects fuel by the compression stroke. [0009] Furthermore, using the function of cylinder distinction mentioned above, ECU8 can detect the cylinder in an expansion stroke, when an engine 1 stops operation (cylinder detection means). Moreover, the detected cylinder is memorizable within ECU8. With this operation gestalt, the starter 14 for cranking (motor) is attached to the engine 1, for example, this starter 14 can engage and drive a pinion 16 to the starter ring formed in the periphery of a flywheel 18, and cranking of the engine 1 can be carried out. In addition, a pinion 16 may be a type which a starter ring and always gets into gear.

[0010] ECU8 also has the function to detect the halt position of a piston 20, as a state of an engine 1 (state detection means). Specifically, the blade (not shown) of equiangular width of face is formed in the hoop direction at intervals of the fixed angle, equally (for example, 30 degrees), on the periphery of a flywheel 18, only the angle (for example, 15 degrees) of the half shifts a phase mutually, and two piston position sensors 22 are arranged by the angle width of face and its attachment interval of these blades at it. With passage of each blade, these pistons position sensor 22 can form the signal of ON or OFF, and can input it into ECU8.

[0011] When an engine 1 stops operation, it can detect in which position (degreeATDC, **BTDC) at counting the standup and falling of ON/OFF signal, for every cylinder, the piston 20 saw ECU8 with the crank angle, and stopped it just before it. In addition, according to the observation which the artificer of this invention etc. performed, the property of the piston 22 of the cylinder which is usually in an expansion stroke from balance of the cylinder internal pressure of a compression cylinder and an expansion cylinder with the 4-cylinder type engine 1, for example that the frequency stopped in the position near the 100-degreeATDC is high is clear.

[0012] In addition, as a state of the engine 1 detectable [with ECU8], temperature, fuel pressure, etc. in a combustion chamber 2 are mentioned, for example. Based on the sensor signal inputted into an engine 1 from these sensors by forming suitably the temperature sensor in a cylinder, and a fuel pressure sensor, it becomes still more possible [ECU8] to detect states, such as temperature in a cylinder, and fuel pressure, (state detection means).

[0013] The engine 1 is further equipped with the adjustable valve timing mechanism 26 whose change of the valve-opening stage of an exhaust valve 24 is enabled. this adjustable valve timing mechanism 26 carries out the variation rate of the phase of a cam shaft (neither is illustrated) for example, using a hydraulic actuator -- making -- predetermined within the limits -- a valve-opening stage -- the angle of delay -- or a tooth lead angle can be carried out. The feeding-and-discarding way of operation oil pressure is connected to the hydraulic actuator of the adjustable valve timing mechanism 26 through the oil control valve (OCV) 28, and the oil control valve 28 can switch the direction of feeding and discarding of the operation oil pressure to a hydraulic actuator, and can make the operation to the direction of the angle of delay, or the direction of a tooth lead angle perform. Moreover, the concrete operation of the oil control valve 28 is realizable with switch control of the spool position which used the solenoid, and ECU8 is outputting the rate of control duty to the solenoid, and has the function to perform the angle of delay of a valve-opening stage, or tooth-lead-angle control concretely.

[0014] In addition, the mode which ECU8 operates the adjustable valve timing mechanism 26 when stopping operation of an engine 1, and sets the valve-opening stage of an exhaust valve 24 to the angle-of-delay side is desirable (valve-opening control means). However, as other modes, when a hydraulic actuator can operate certainly, you may perform set operation by the side of the angle of delay after a halt of an engine 1.

[0015] Although the above is 1 operation gestalt at the time of applying the starting system of this invention to the engine 1 for vehicles, the starting system of this invention has other composition about the control function of ECU8 further. Specifically, ECU8 can judge formation of starting conditions, after stopping operation of an engine 1, and it can form a predetermined starting signal. For example, when the operator of vehicles operates an ignition switch to ON, ECU8 can judge formation of starting conditions from the operation input, and can form the starting signal on control.

[0016] Moreover, when automatic idle halt / starting control system of an engine 1 can be separately built into ECU8 and the automatic starting conditions of an engine 1 are satisfied with this control system, ECU8 can form the starting signal mentioned above. For example, various kinds of information, such as a clutch position signal showing treading in or release of the vehicle speed signal inputted from a vehicle speed sensor, the shift-position signal inputted from a shift-position sensor, and the clutch pedal inputted from a clutch position sensor, can be inputted into ECU8. ECU8 can

detect the operational status of vehicles from these sensor signal, and can judge formation of the automatic-stay conditions of an engine 1, and automatic starting conditions based on the operational status.

[0017] For example, when a shift position has the vehicle speed neutrally by 0 and treading in to clutch pedal is canceled, ECU8 judges formation of automatic-stay conditions. When this automatic-stay condition is satisfied, ECU8 stops fuel injection and ignition, and stops an engine 1 automatically. On the other hand, if treading in to clutch pedal is detected after automatic stay of an engine 1, formation of automatic starting conditions can be judged in preparation for start of vehicles.

[0018] ECU8 can perform starting control of an engine 1 along with a predetermined control program, if a starting signal is formed based on each starting conditions mentioned above.

[0019]

[Example] The concrete example is given to below and starting control of the engine 1 by ECU8 is explained. The concrete composition of others concerning the starting system of this invention also becomes clear through the following explanation again. Drawing 2 shows the flow chart of the starting control routine which ECU8 should perform, and ECU8 performs starting control of an engine 1 in the procedure in alignment with this flow.

[0020] First, when it judges whether the rotational speed of an engine 1 became below the predetermined value N_{e0} (for example, 30rpm, min-1) in Step S1 and this judgment is materialized (Yes), ECU8 regards it as what the engine 1 stopped, and progresses to Step S2. In [when an operator turns OFF an ignition switch] formation of the automatic-stay conditions mentioned above, a halt of this engine 1 is performed.

[0021] At Step S2, ECU8 judges whether the predetermined timer after injection has stopped the count (=0). Since timer counted value is 0 if the timer after injection is not operating after a halt of an engine 1 (Yes), it progresses to the following step S3. In addition, each of after [this injection] timers and timers after ignition mentioned later can be incorporated in ECU8, and it has the function which counts elapsed time with the starting.

[0022] At Step S3, ECU8 judges whether the starting conditions of an engine 1 were satisfied, if it is not materialized, carries out the return of the control routine, and repeats and performs the above-mentioned procedure. When the starting conditions of an engine 1 are satisfied at Step S3 (Yes), ECU8 orders it fuel injection to the cylinder which has stopped by the expansion stroke based on the starting signal which progressed to step S4 and was mentioned above, and it starts the operation of the timer after injection at Step S5 continuously. Since ECU8 has detected the cylinder which is already in an expansion stroke at this time, an injection pulse signal is outputted to the fuel injection valve 4 corresponding to the cylinder, and fuel is injected in a combustion chamber 2 from the corresponding fuel injection valve 4 (injection control means). More preferably, ECU8 can calculate the air content in a cylinder correctly from the detected piston position, and can carry out metering of the fuel which should be injected appropriately. In addition, according to an artificer's etc. verification, the air-fuel ratio in this case is made desirable [setting about to 14].

[0023] although ECU8 judges whether the predetermined time passed after ignition at the following step S6, since it is not yet lighting at this time -- (No) -- the return of the control routine is carried out as it is Then, if ECU8 returns to Step S2, since the injection timer has already operated, it will progress to step S9 from Step S2. In step S9, ECU8 judges whether the predetermined time delay passed after injection of fuel. ECU8 repeats and carries out the return of the control routine noting that the evaporation of fuel of (No) is inadequate after this time delay injects fuel until it can set up as a duration for ensuring the evaporation and progress of this time delay is checked. Preferably, a time delay can be changed according to the output of a state detection means. For example, when the temperature in a cylinder is high, since it is easy to evaporate fuel, a time delay is set up short, and since it is hard to evaporate fuel to a low case, the temperature in a cylinder sets up a time delay for a long time conversely.

[0024] If progress of a time delay is checked by step S9 (Yes), fuel will progress to Step S10 as what was fully evaporated, and it will judge whether ignition was performed or not from the counted value of the timer after ignition. At this time, it is counted value =0, and since it can be judged as ignition before, ECU8 progresses to Step S11, and orders it ignition. These instructions are made to the cylinder in the expansion stroke which already injected fuel, and an ignition signal is specifically outputted to an ignition plug 6 (ignition control means). In addition, if it takes into consideration that cylinder internal pressure is falling by the shutdown of an engine 1, in order to secure sufficient heat energy for ignition at this time, it is desirable to perform multiplex ignition.

[0025] Next, it judges whether ECU8 started the operation of the timer after ignition at Step S12, it progressed to Step S6, and the predetermined time passed after ignition. (No) and ECU8 carry out the return of the control routine, bypass Steps S11 and S12, and repeat judgment of Step S6 until this predetermined time passes (Step S10= No). If it judges that the predetermined time passed after ignition, ECU8 will judge whether the engine speed is over the predetermined value N_{es} at Step S7. This predetermined value N_{es} is set up as a threshold for judging whether starting of an engine 1 was successful, and it judges as that whose starting state is a success if the rotational speed of an engine 1 is over this predetermined value N_{es} , and on the other hand, if ECU8 is below the predetermined value N_{es} , it will judge it as what

has an imperfect starting state.

✓[0026] In addition, although not clearly shown by the flow chart of drawing 2, if a piston 20 begins to move after ordering it ignition at Step S11, ECU8 will order it fuel injection also about the cylinder which is in a compression stroke then, and will order it ignition further in the top dead center. An engine 1 starts without high-order detonation taking place in the cylinder which suited the compression stroke, and performing the usual cranking by this, at the time of a halt of an engine 1.

[0027] On the other hand, as a result of judging a starting state at Step S7, when starting is imperfect, (No) and ECU8 progress to Step S8, and operate a starter 14. Processing of this step S8 is set up for the starting failsafe, and, so, Step S8 and the starter 14 of a control routine do not necessarily need to be prepared in this invention.

[0028] Then, when an engine 1 starts and rotational speed exceeds the predetermined value Nes, ECU8 resets various kinds of timers which shifted to Step S13 and were mentioned above from Step S1, respectively, and ends execution of a starting control routine. Since it lights after injecting fuel by execution of the starting control routine mentioned above to the cylinder which has stopped by the expansion stroke, and the evaporation is fully promoted, the situation which causes a flame failure at the time of starting is prevented certainly. Moreover, if judgment processing of Step S8 is prepared in the starting control routine, since the starting failsafe of an engine 1 will also be promised like this example, sense of security can be given to the operator of vehicles.

[0029] Moreover, if the valve-opening time of an exhaust valve 24 is beforehand set to the angle-of-delay side, while the piston 20 is depressed by the expansion stroke as mentioned above, an exhaust valve 24 can be closed, and the sudden fall of the combustion pressure in the inside of the expansion stroke is prevented. Efficient expansion work of combustion gas can be promoted by this, and it can contribute to a success of starting only by the combustion pressure greatly.

[0030] The starting control routine of the example mentioned above may change a control program in the mode which can secure, a time delay, i.e., the evaporation time, until it is also possible to rewrite each step of the suitably and to perform it and it lights after fuel injection. Moreover, the cylinder-injection-of-fuel type internal combustion engine which can apply this invention may not be restricted to the in-series 4-cylinder type engine 1 of 1 operation form, but may have other cylinder layouts, and may be a single-cylinder type. In addition, it cannot be overemphasized that replacement is suitably possible in the composition of a concrete member or parts about the operation form of this invention.

[0031]

[Effect of the Invention] When putting an internal combustion engine into operation, without performing cranking, the starting system (claim 1) of the cylinder-injection-of-fuel type internal combustion engine of this invention enables positive ignition of fuel, and can guarantee the positive startability. Moreover, if the starting system of this invention includes the composition about valve-opening control (claim 2), starting of an internal combustion engine can be rationally assisted by the work.

[Translation done.]

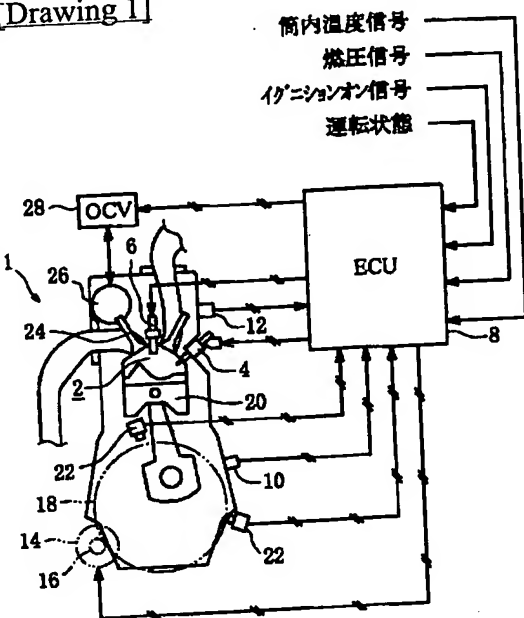
NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

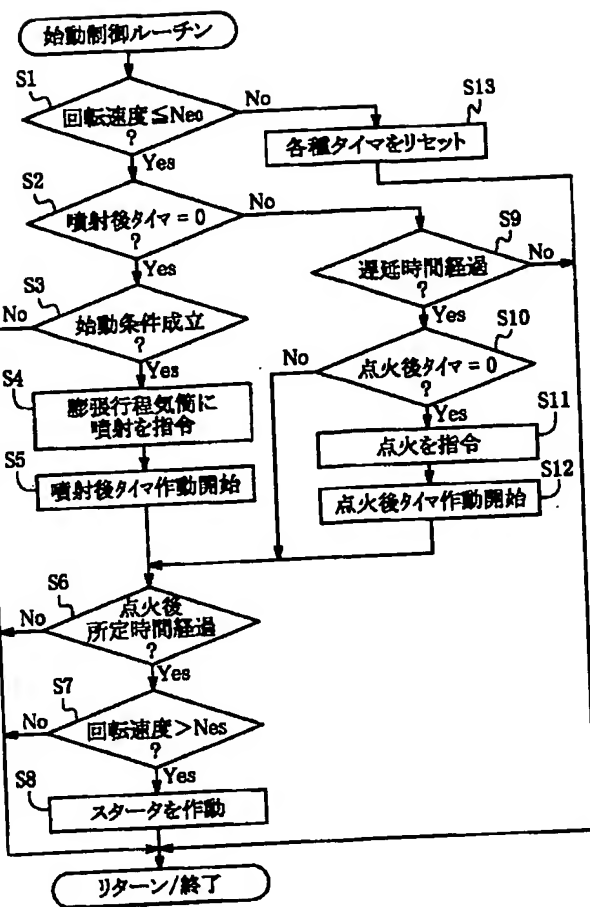
This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
**** shows the word which can not be translated.
In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

[Drawing 1]



[Drawing 2]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-4929

(P2002-4929A)

(43) 公開日 平成14年1月9日 (2002.1.9)

(51) IntCl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)	
F 0 2 D 43/00	3 0 1	F 0 2 D 43/00	3 0 1 J	3 G 0 1 9
			3 0 1 B	3 G 0 2 2
			3 0 1 Z	3 G 0 8 4
		13/02	H	3 G 0 9 2
			J	3 G 3 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-181739 (P2000-181739)

(22) 出願日 平成12年6月16日 (2000.6.16)

(71) 出願人 000006286

三菱自動車工業株式会社

東京都港区芝五丁目33番8号

(72) 発明者 乾 敏男

東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車
工業株式会社内

(72) 発明者 上田 克則

東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車
工業株式会社内

(74) 代理人 100090022

弁理士 長門 侃二

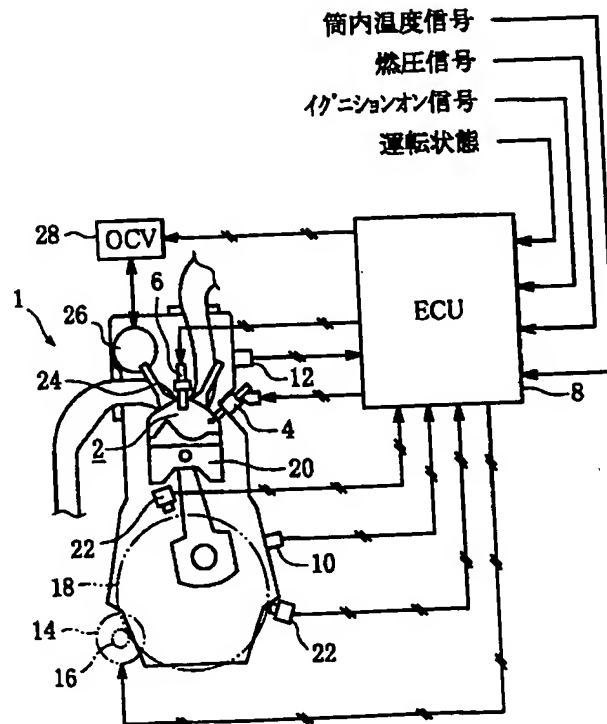
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 筒内噴射型内燃機関の始動装置

(57) 【要約】

【課題】 通常のクランキングなしで筒内噴射型内燃機関の始動を可能とし、その失火をも未然に防止する。

【解決手段】 始動装置は、エンジン1の運転を停止するとき crank 角センサ10およびカム角センサ12からの信号に基づき膨張行程にある気筒を検出し、その後、エンジン1を始動するとき膨張気筒内に燃料噴射弁4から燃料を噴射する。この後、燃料が十分に気化するのを待って所定の遅延時間が経過した後に点火を行い、その着火（爆発）を確実にする。点火後は燃焼圧だけでクランク軸を回転させ、スタータ14によるクランキングを行うことなくエンジン1の始動が完了する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃焼室内に直接燃料を噴射可能な筒内噴射型内燃機関において、

前記内燃機関の運転が停止した状態で膨張行程にある気筒を検出する気筒検出手段と、

前記内燃機関に対する所定の始動信号に応じて前記膨張行程にある気筒内に燃料を噴射する噴射制御手段と、

前記噴射制御手段による燃料の噴射後、所定の遅延時間が経過したとき前記膨張行程にある気筒に対して点火を行う点火制御手段とを具備したことを特徴とする筒内噴射型内燃機関の始動装置。

【請求項2】 前記内燃機関の排気弁の開弁時期を可変とする可変バルブタイミング機構と、

少なくとも前記膨張行程にある気筒について前記排気弁の開弁時期を遅らせるべく前記可変バルブタイミング機構の作動を制御する開弁制御手段とを更に具備したことを特徴とする請求項1に記載の筒内噴射型内燃機関の始動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、筒内噴射型内燃機関を始動させるのに適した始動装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】この種の筒内噴射型内燃機関の始動に関する技術としては、例えば特開平11-159374号公報に記載された内燃機関のスタート方法が挙げられる。この公知のスタート方法は、内燃機関の始動に際して膨張（作業）行程をとっている燃焼室に燃料を噴射して、点火させることによりスタータなしの起動を可能とするものである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した公知のスタート方法では、燃料噴射後の点火までの時間については何ら規定されていないため、噴射された燃料が気化しない状態で点火が行われてしまうことが考えられる。この場合、失火が生じ内燃機関の始動に失敗するおそれがある。それ故、公知のスタート方法では内燃機関の始動を確実に保証することは難しい。

【0004】そこで本発明は、失火を防止して確実な始動を可能とする筒内噴射型内燃機関の始動装置を提供するものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の筒内噴射型内燃機関の始動装置（請求項1）は、内燃機関の運転が停止した状態で膨張行程にある気筒を検出しておき、所定の始動信号に応じて膨張行程中の気筒内に燃料を噴射した後、所定の遅延時間が経過してから点火を行って内燃機関を始動させるものとしている。

【0006】本発明の始動装置によれば、噴射後に遅延

時間が経過するまでの間に燃焼室内で燃料の気化が促進されるので、その後の点火により確実に着火が可能となる。なお、遅延時間の設定は検出した内燃機関の状態、例えばピストン位置、筒内温度、燃圧等に応じて可変することが可能である。本発明の筒内噴射型内燃機関の始動装置は、排気弁についての可変バルブタイミング機構およびその開弁制御手段を更に備えることができ（請求項2）、開弁制御手段は少なくとも膨張行程にある気筒について排気弁の開弁時期を遅らせるべく可変バルブタイミング機構を制御する。これにより、膨張行程にある気筒のピストンが下死点に達するまでの間は排気弁の開弁を抑制することで、燃焼ガスの効率的な膨張仕事を促進することが可能となる。

【0007】

【発明の実施の形態】本発明の筒内噴射型内燃機関の始動装置は、例えば車両に搭載される内燃機関の始動装置としての実施形態をとることができる。ただし、本発明を適用可能な内燃機関の用途を車両用に限定する意図ではない。図1を参照すると、筒内噴射型の内燃機関であるエンジン1はその筒内、つまり、燃焼室2内に直接燃料を噴射することができる燃料噴射弁4を備えている。またエンジン1は例えば、クランク角でみて180°CA毎に等間隔で爆発する直列4気筒型のレイアウトを有しており、その個々の気筒毎に燃料噴射弁4および点火栓6が設けられている。

【0008】個々の気筒に対する燃料噴射および点火の時期は電子制御ユニット（ECU）8により電子制御されており、具体的には、上述した燃料噴射弁4および点火栓6は、ECU8から出力される噴射パルス信号または点火信号に基づいて作動される。エンジン1にはクランク角センサ10およびカム角センサ12が取り付けられており、ECU8は噴射および点火時期を適正に判断するため、クランク角センサ10から入力されるクランク角信号を用いて演算処理を行うことができる。またECU8はクランク角信号に加えて、カム角センサ12から入力されるカム角信号を用いて特定の行程にある気筒を判別することができ、例えば、圧縮行程で燃料を噴射する運転モードでは、圧縮行程にある気筒を判別して燃料噴射および点火時期を制御する。

【0009】更にECU8は、上述した気筒判別の機能を用いて、例えばエンジン1が運転を停止したときに膨張行程にある気筒を検出することができる（気筒検出手段）。また、検出した気筒はECU8内にて記憶しておくことができる。本実施形態では、エンジン1にクランキング用のスタータ（電動機）14が付設されており、例えばこのスタータ14はピニオン16をフライホイール18の外周に形成されたリングギヤに噛み合わせて駆動し、エンジン1をクランキングさせることができる。なお、ピニオン16はリングギヤと常時噛み合うタイプであってもよい。

【0010】ECU8は、エンジン1の状態として、例えばピストン20の停止位置を検出する機能をも有している（状態検出手段）。具体的には、フライホイール18の外周には、その周方向に等角度幅のペーン（図示しない）が一定角度の間隔で形成されており、これらペーンの角度幅とその取付間隔は等しく（例えば 30° ）、その半分の角度（例えば 15° ）だけ互いに位相をずらして2つのピストンポジションセンサ22が配置されている。これらピストンポジションセンサ22は個々のペーンの通過に伴い、オンまたはオフの信号を形成してECU8に入力することができる。

【0011】エンジン1が運転を停止するとき、その直前にECU8はオン／オフ信号の立ち上がりおよび立ち下がり（カウント）することで、各気筒毎にピストン20がクランク角でみてどの位置（ $^\circ$ ATDC, $^\circ$ BTD, $^\circ$ C）に停止したかを検出することができる。なお、本発明の発明者等が行った観測によれば、通常4気筒型のエンジン1では圧縮気筒と膨張気筒との筒内圧のつり合いから、例えば膨張行程にある気筒のピストン22は 100° ATDC近傍の位置に停止する頻度が高いという特性が明らかとなっている。

【0012】その他、ECU8により検出することができるエンジン1の状態としては、例えば燃焼室2内の温度や燃圧等が挙げられる。エンジン1に筒内温度センサや燃料圧力センサを適宜に設けることで、これらセンサ類から入力されるセンサ信号に基づきECU8は筒内温度や燃圧等の状態を検出することが更に可能となる（状態検出手段）。

【0013】エンジン1は更に、例えば排気弁24の開弁時期を変更可能とする可変バルブタイミング機構26を備えている。この可変バルブタイミング機構26は、例えば油圧式アクチュエータを用いてカム軸（何れも図示していない）の位相を変位させ、所定の範囲内で開弁時期を遅角または進角させることができる。可変バルブタイミング機構26の油圧式アクチュエータには、オイルコントロールバルブ（OCV）28を通じて作動油圧の給排路が接続されており、オイルコントロールバルブ28は、油圧式アクチュエータに対する作動油圧の給排方向を切り換えて、その遅角方向または進角方向への作動を行わせることができる。また、オイルコントロールバルブ28の具体的な作動は、例えばソレノイドを用いたスプール位置の切り換え制御により実現することができ、ECU8はそのソレノイドに対して制御デューティ率を出力することで、具体的に開弁時期の遅角または進角制御を行う機能を有している。

【0014】なお、ECU8はエンジン1の運転を停止するとき可変バルブタイミング機構26を作動させて排気弁24の開弁時期を遅角側にセットしておく態様が好ましい（開弁制御手段）。ただし、その他の態様として、油圧式アクチュエータが確実に作動できる場合は、

遅角側へのセット動作をエンジン1の停止後に行ってもよい。

【0015】以上は、本発明の始動装置を車両用のエンジン1に適用した場合の一実施形態であるが、本発明の始動装置は更に、ECU8の制御機能に関してその他の構成を有している。具体的には、ECU8はエンジン1の運転を停止した後に始動条件の成立を判断し、所定の始動信号を形成することができる。例えば、車両の運転者がイグニションスイッチをオンに操作したとき、ECU8はその操作入力から始動条件の成立を判断して制御上の始動信号を形成することができる。

【0016】また、ECU8には例えば、エンジン1の自動アイドル停止・始動制御システムを別途組み込むことができ、この制御システムにてエンジン1の自動始動条件が成立したとき、ECU8は上述した始動信号を形成することができる。例えば、ECU8には車速センサから入力される車速信号、シフト位置センサから入力されるシフト位置信号、クラッチ位置センサから入力されるクラッチペダルの踏み込みまたは解除を表すクラッチ位置信号等の各種の情報が入力可能となっている。ECU8はこれらセンサ信号から車両の運転状態を検出し、その運転状態に基づいてエンジン1の自動停止条件および自動始動条件の成立を判定することができる。

【0017】例えば、車速が0で、シフト位置がニュートラルにあり、かつ、クラッチペダルの踏み込みが解除されている場合、ECU8は自動停止条件の成立を判定する。この自動停止条件が成立したとき、ECU8は燃料噴射および点火を停止してエンジン1を自動的に停止させる。一方、エンジン1の自動停止後に例えばクラッチペダルの踏み込みが検出されると、車両の発進に備えて自動始動条件の成立を判定することができる。

【0018】ECU8は、上述した各始動条件に基づいて始動信号を形成すると、所定の制御プログラムに沿ってエンジン1の始動制御を実行することができる。

【0019】

【実施例】以下に、その具体的な実施例を挙げてECU8によるエンジン1の始動制御について説明する。また以下の説明を通して、本発明の始動装置に係るその他の具体的な構成もまた明らかとなる。図2は、ECU8が実行すべき始動制御ルーチンのフローチャートを示し、ECU8はこのフローに沿った手順でエンジン1の始動制御を実行する。

【0020】まず、ECU8はステップS1においてエンジン1の回転速度が所定値 N_{e0} （例えば 30rpm , min^{-1} ）以下となったか否かを判定し、この判定が成立する場合（Yes）はエンジン1が停止したものとみなしてステップS2に進む。このエンジン1の停止は、例えば運転者がイグニションスイッチをオフにした場合や、上述した自動停止条件の成立の場合に行われる。

【0021】ステップS2では、ECU8は所定の噴射

後タイマがカウントを停止(=0)しているか否かを判断する。エンジン1の停止後に噴射後タイマが作動していなければタイマカウント値は0であるため(Yes)、次のステップS3に進む。なお、この噴射後タイマおよび後述する点火後タイマは、何れもECU8内に組み込むことができ、その起動とともに経過時間をカウントする機能を有する。

【0022】ステップS3では、ECU8はエンジン1の始動条件が成立したか否かを判断し、成立していなければ制御ルーチンをリターンして上記の手順を繰り返し実行する。ステップS3でエンジン1の始動条件が成立した場合(Yes)、ECU8はステップS4に進み、上述した始動信号に基づき膨張行程で停止している気筒に対して燃料噴射を指令し、続いてステップS5で噴射後タイマの作動を開始する。このとき、ECU8は既に膨張行程にある気筒を検出しているので、その気筒に対応する燃料噴射弁4に噴射パルス信号を出力し、対応する燃料噴射弁4から燃焼室2内に燃料が噴射される(噴射制御手段)。より好ましくは、ECU8は検出したピストン位置から筒内の空気量を正確に求め、その噴射すべき燃料を適切に調量することができる。なお、発明者等の検証によれば、この場合の空燃比は例えば14近傍に設定することが好ましいとされている。

【0023】次のステップS6では、ECU8は点火後に所定時間が経過したか否かを判断するが、この時点では未だ点火を行っていないため(No)、そのまま制御ルーチンをリターンする。この後、ECU8がステップS2に戻ると、噴射タイマが既に作動しているためステップS2からステップS9に進む。ステップS9では、ECU8は燃料の噴射後に所定の遅延時間が経過したか否かを判断する。この遅延時間は燃料を噴射した後、その気化を確実にするための所要時間として設定することができ、この遅延時間の経過が確認されるまでの間(No)は、燃料の気化が不充分であるとしてECU8は制御ルーチンを繰り返しリターンする。好ましくは、状態検出手段の出力に応じて遅延時間を変更することができる。例えば筒内温度が高い場合、燃料が気化しやすいため遅延時間を短く設定し、逆に筒内温度が低い場合には燃料が気化しにくいいため、遅延時間を長く設定する。

【0024】ステップS9で遅延時間の経過が確認されると(Yes)、燃料が十分に気化したものとしてステップS10に進み、点火が行われたか否かを点火後タイマのカウント値から判断する。この時点ではカウント値=0であって点火前と判断できるから、ECU8はステップS11に進んで点火を指令する。この指令は、既に燃料を噴射した膨張行程にある気筒に対してなされ、具体的には点火栓6に対して点火信号が出力される(点火制御手段)。なお、エンジン1の運転停止により筒内圧が低下していることを考慮すれば、このとき着火に十分な熱エネルギーを確保するため多重点火を行うことが好ま

しい。

【0025】次に、ECU8はステップS12で点火後タイマの作動を開始し、ステップS6に進んで点火後に所定時間が経過したか否かを判断する。この所定時間が経過するまで(No)、ECU8は制御ルーチンをリターンし、ステップS11、S12を迂回してステップS6の判断を繰り返す(ステップS10=No)。点火後に所定時間が経過したと判断すると、ECU8はステップS7でエンジン回転速度が所定値 N_{es} を超えているか否かを判断する。この所定値 N_{es} は、例えばエンジン1の始動が成功したか否かを判定するための閾値として設定されており、ECU8はエンジン1の回転速度がこの所定値 N_{es} を超えていれば始動状態が成功であるものとして判定し、一方、所定値 N_{es} 以下であれば始動状態が不完全であるものとして判定する。

【0026】なお、図2のフローチャートには明示されていないが、ECU8はステップS11で点火を指令した後にピストン20が動き出すと、そのとき圧縮行程にある気筒についても燃料噴射を指令し、更にその上死点で点火を指令する。これにより、エンジン1の停止時に圧縮行程にあった気筒で完爆が起り、通常のクランクを行うことなくエンジン1が始動する。

【0027】一方、ステップS7にて始動状態を判定した結果、始動が不完全であった場合(No)、ECU8はステップS8に進んでスタータ14を作動させる。このステップS8の処理は始動フェイルセーフのために設定されており、それ故、制御ルーチンのステップS8およびスタータ14は本発明において必ずしも設けられている必要はない。

【0028】この後、エンジン1が始動して回転速度が所定値 N_{es} を超えたときは、ECU8はステップS1からステップS13に移行して上述した各種のタイマをそれぞれリセットし、始動制御ルーチンの実行を終了する。上述した始動制御ルーチンの実行により、膨張行程で停止している気筒に対して燃料を噴射した後、その気化が十分に促進されてから点火を行うので、始動時に失火を招く事態が確実に防止される。また本実施例のように、始動制御ルーチンにステップS8の判定処理が設けられていれば、エンジン1の始動フェイルセーフもまた約束されるので、車両の運転者に安心感を与えることができる。

【0029】また上述のように、予め排気弁24の開弁時期を遅角側にセットしておけば、膨張行程でピストン20が押し下げられている間は排気弁24を閉弁しておくことができ、その膨張行程中での燃焼圧の急な低下が防止される。これにより、燃焼ガスの効率的な膨張仕事を促進して、燃焼圧だけによる始動の成功に大きく寄与することができる。

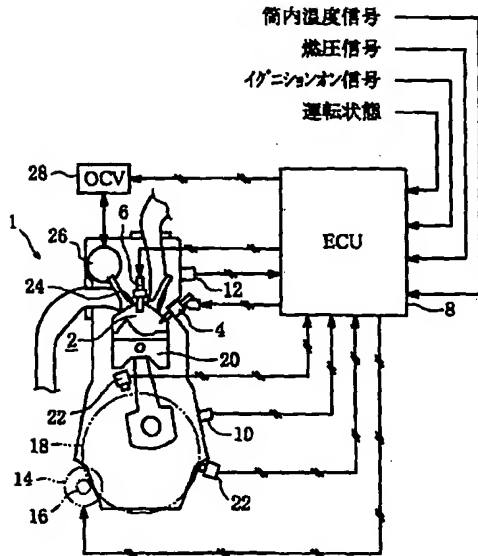
【0030】上述した実施例の始動制御ルーチンは、その個々のステップを適宜に書き換えて実行することも可

能であり、燃料噴射後に点火を行うまでの遅延時間、つまり、その気化時間を確保できる態様にて制御プログラムを変更してもよい。また、本発明を適用できる筒内噴射型内燃機関は、一実施形態の直列4気筒型エンジン1に限られず、その他のシリンダレイアウトを有するものであってもよいし、単気筒型であってもよい。その他、本発明の実施形態に関して具体的な部材や部品の構成を適宜に置き換え可能であることはいうまでもない。

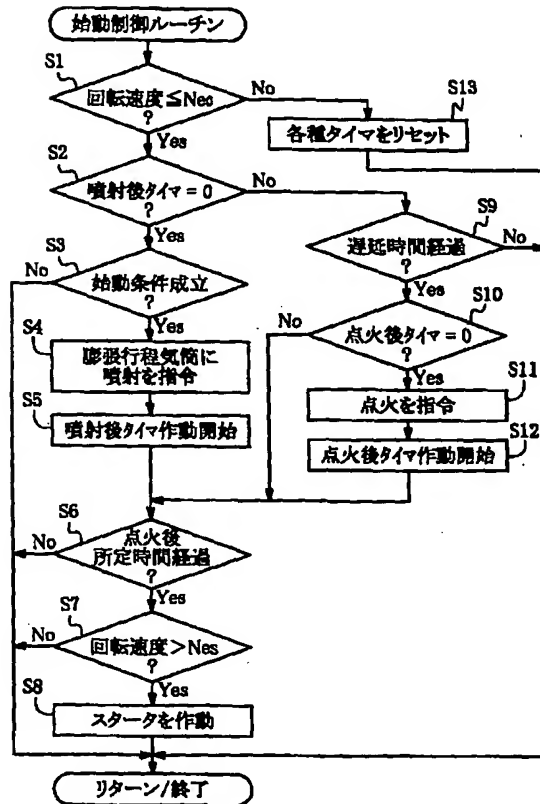
【0031】

【発明の効果】本発明の筒内噴射型内燃機関の始動装置（請求項1）は、クランクを行うことなく内燃機関の始動を行う場合、燃料の確実な着火を可能とし、その確実な始動性を保証することができる。また、本発明の始動装置が開弁制御に関する構成を含むものであれば（請求項2）、その働きにより内燃機関の始動を合理的に補助することができる。

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

F 0 2 D 41/06

F 0 2 N 11/08

識別記号

3 3 5

F I

F 0 2 D 41/06

F 0 2 N 11/08

ターマコード（参考）

3 3 5 Z

F

F 0 2 P 5/15
9/00

3 0 5

F 0 2 P 9/00
5/15

3 0 5 A
E

Fターム(参考) 3G019 AA05 AA09 AB03 AC01 AC10
BB19 DA07 GA00 GA01 GA10
3G022 CA01 DA06 GA01
3G084 BA15 BA17 BA23 FA00 FA38
3G092 AA11 AC03 BA08 BB01 DA02
DE01S EA04 EA14 EA16
EA17 FA32 GA01 GA10 HE03Z
HE05Z HF13Z HF15Z HF21Z
3G301 HA01 HA04 HA06 JA23 KA01
KA28 LA00 LB04 MA18 NE22
PB08Z PC00Z PE03Z PE05Z
PF16Z